Aus dem Hygienischen Institut der Universität Marburg-Lahn
(Direktor: Professor Dr. W. Pfannenstiel.)

Untersuchungen von Wirkungen der Radiumemanations-Inhalation bei Kindern

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
IN DER GESAMTEN MEDIZIN
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

vorgelegt von

Alfred Winkelströter
aus Reichraming (Österreich).

MARBURG (LAHN) 1938
BUCHDRUCKEREI HERMANN BAUER

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Marburg am 29. April 1938.

Referent: Prof. Dr. Pfannenstiel.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Uebersicht.

I. Physikalischer Teil 5
II. Klinischer Teil 7
A) Bade- und Trinkkur 11
B) Inhalationstherapie 12
C) Eigene Versuche 13
D) Tabellen und Abbildung 16

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555610_0092

I. Physikalischer Teil.

Um die biologischen Wirkungen der Radium-Emanationstherapie in ihren klinischen Beziehungen übersehen und auswerten zu können, erscheint zunächst eine Betrachtung ihrer hauptsächlichsten Grundlagen erforderlich.

Die emittierten Strahlen radioaktiver Substanzen sind bekanntlich die α-, β- und γ-Strahlen. Die α-Teilchen, positiv geladene Heliumatome, haben trotz ihrer großen Geschwindigkeit ein geringes Durchdringungsvermögen. Es genügen bereits einige hundertstel Millimeter Aluminium oder Glas, um die α-Strahlung völlig abzuschirmen. Die Ionisationswirkung der α-Teilchen ist etwa tausend bis zehntausend mal so groß, wie die der γ-Strahlen und etwa hundert mal so groß wie diejenige der β-Strahlen. (1)

Die andere Gruppe korpuskularer Strahlen, die β-Teilchen, die bei dem radioaktiven Zerfall emittiert werden, sind negative Elektronen, die eine äußerst geringe Masse sowie zum Teil eine der Lichtbewegung nahekommende Geschwindigkeit besitzen und in der Lage sind, sehr viel größere Luftstrecken oder dickere Schichten fester Substanz zu durchdringen als die α-Atome. Es genügt weniger als 1 mm Blei, um die β-Strahlen quantitativ zu absorbieren.

„Die γ-Strahlen, eine Art kurzwelliger Röntgenstrahlen, die mit dem primären Atomzerfall unmittelbar nichts zu tun haben, treten als Begleiterscheinung bei α- und β-Strahlenumwandlungen auf und erschöpfen ihre Ionisationswirkung nur in der Erzeugung eines sekundären β-Strahles, während der γ-Strahl als solcher verschwindet.“ (2)

Die Radiumemanation ist ein aus dem Radium als Muttersubstanz entstehendes radioaktives Gas und gehört zu der Gruppe der reaktionsunfähigen Edelgase. In medizinischer Hinsicht ist das Verhalten der Radiumemanation in Lösungen von Wichtigkeit. Die Emanation löst sich in einer ganzen Reihe von Flüssigkeiten, wobei bei zunehmender Temperatur die Löslichkeit abnimmt. Nach Hahn (3) verteilt sich eine gegebene Menge Emanation bei 30 Grad zwischen einem gleichgroßen Volumen Wasser und Luft derart, daß 25% im Wasser, 75% in der Luft enthalten sind. Beim Durchleiten

von Luft durch radioaktives Wasser wird die Emanation vollständig aus dem Wasser entfernt. In Salzlösungen ist sie etwas weniger löslich. Auffallend ist die große Löslichkeit des radioaktiven Gases in organischen Flüssigkeiten. So löst z. B. Olivenöl die Emanation hundertmal leichter als Wasser, eine Beobachtung, die bereits für therapeutische Zwecke ausgenutzt wurde. Aber auch die Radiumemanation ist wie die übrigen radioaktiven Stoffe nicht von längerem Bestand, sondern zerfällt durch α-, β- und γ-Strahlung ziemlich rasch in neue Umwandlungsprodukte, wie Ra A, B, C, D, E und F, deren Strahlung sich zu derjenigen der Emanation addiert. Diese Umwandlungsprodukte der Radiumemanation sind feste Körper, die in ihrer Gesamtheit als induzierter, radioaktiver Niederschlag bezeichnet werden.

Nach Trennung der Emanation von der Muttersubstanz zeigt sich, daß die Strahlungsintensität nach 3,83 Tagen auf die Hälfte gesunken ist, nach weiteren 3,83 Tagen ist von der übriggebliebenen Aktivität wiederum die Hälfte verschwunden, bis nach einem Monat ihre Aktivität praktisch gänzlich erloschen ist. Bleibt die Emanation in Verbindung mit der Muttersubstanz, so ersetzt diese alle entstehenden Emanationsverluste derart, daß das radioaktive Gleichgewicht der umgebenden Luft erhalten bleibt. Die im Erdboden enthaltenen und in die Luft gelangenden aktiven Substanzen sind Quellen der Ionisierung. Sie erhöhen die Leitfähigkeit der Luft und lassen sich dementsprechend messen. Im Prinzip ist der sich hierbei abspielende Vorgang nach Aschoff (4) kurz folgender. „Stehen zwei Metallplättchen isoliert in einer Entfernung von 10 cm, die eine elektropositiv, die andere elektronegativ geladen, so vermag ein Strom erst dann von Platte zu Platte zu fließen, wenn man in die Nähe irgendeine radioaktive Substanz, z. B. Emanation bringt, die durch ihre Strahlen eine Trennung der Kerne und Elektronen der Luftmoleküle hervorruft. Der nun von Platte zu Platte fließende Strom wird umso stärker sein, je intensiver die Ionisierung der Luftmoleküle durch die Einwirkung der radioaktiven Strahlung erfolgt. Auch die Stärke der elektrischen Spannung zwischen beiden Platten ist von Einfluß; aber schließlich wird bei zunehmender Spannung der Punkt erreicht, in welchem alle freiwerdenden positiven Kerne und negativen Elektronen zu den Platten gelangen, ohne inzwischen Zeit zu gegenseitiger Anziehung und Neutralisation gefunden zu haben. Diesen Augenblick bezeichnet man als Sättigungsstrom.“ Auf diesen Vorgängen beruhen die Apparate, welche man zu radioaktiven Messungen benutzt.

Eine Beschreibung der verschiedenen Messungsgeräte wür-

de über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Von den neueren Apparaturen sei hier besonders die von Janitzky (5) angegebene hervorgehoben, welche, richtige Handhabung vorausgesetzt, rasche und vor allem ganz einwandfreie Meßresultate liefert.

In der einschlägigen neueren Literatur (6) finden sich eingehende Beschreibungen der Messungsgeräte und Arten sowie auch Angaben über die Fehlerquellen, z. B. radioaktive Verseuchungen der Instrumente, Infektionen durch Staub und aktiven Belag u. a. m. Da im Schrifttum auch die genaue Technik bei Messungen des Emanationsgehaltes radioaktiver Quellwässer, größerer Räume und von Freiluft, sowie radioaktiver Präparate niedergelegt ist, lassen sich auf Grund der vorliegenden Erfahrungen manche wertlose, weil falsche Meßresultate vermeiden.

Folgende Maßeinheiten sind in der Emanationstherapie am gebräuchlichsten:

1 Curie = die aus 1 g Radiumelement entstehende und mit diesem im radioaktiven Gleichgewicht befindliche Emanationsmenge. Als Unterteilungen werden Millicurie, Mikrocurie und Millimikrocurie (milliardster Teil) verwendet. Da sich die genannten Einheiten auf die Menge beziehen, muß stets die Volumeneinheit, im allgemeinen das Liter (Luft oder Wasser) angegeben werden.

Als Stromäquivalentseinheit hat sich noch die Mache Einheit ME eingebürgert, deren genaue Definition hier zu weit führen würde. Es entspricht 1 Mache Einheit 3,64 mal 10^{-10} Curie pro Liter. Als Einheit der Konzentration, nicht der Menge, muß die ME immer auf 1 Liter bezogen werden.

Man findet in der deutschen Literatur noch andere Maßeinheiten, wie Eman, Stat bezw. Millistat, durch deren Einführung die Unsicherheit auf dem Gebiet der Maßeinheit nur noch vergrößert wurde. Wie bereits von verschiedenen Seiten vorgeschlagen, läge die Benutzung einer einzigen, klaren und überall gebräuchlichen Maßeinheit im Interesse der internationalen Einheitlichkeit, da das Ausland bekanntlich seit längerer Zeit die Millimikrocurie verwendet.

II. Klinischer Teil.

Bei der Besprechung der biologischen Wirkung von radioaktiven Substanzen kann man den Anteil der β- und γ-Strahlen vernachlässigen, da die α-Strahlung den bei weitem größten Anteil einer gemischten radioaktiven Strahlung darstellt. (Beim Radium 92%). (7) Die α-Strahlen verursachen einen mehr

oder weniger oligo-zellulären Oberflächeneffekt. Das α-Atom entfaltet infolge seiner hohen Geschwindigkeit und seiner großen Masse eine intensive Ionisationswirkung in allen Körpergeweben, Höhlen und Flüssigkeiten. (8) Um diese zur Geltung gelangen zu lassen, muß die strahlende Substanz bei der Radiumemanationstherapie in den Blutkreislauf gebracht werden, von wo aus sie allen Geweben zugeführt wird. Als indifferentes Gas verläßt die Radiumemanation den Organismus rasch, auf welchem Wege sie auch immer in den Körper gelangt.

Die Ladung des Blutes mit α-Atomen führt zu Energieexplosionen, da die Gewebsatome durch die Strahlen gesprengt werden. Hierdurch kommt es möglicherweise zu einer sekundären Hyperionie und zu einer Aktivierung verschiedener im Blut vorhandener Stoffe. (9) Die langlebige Radiumemanation kreist als Gas im Blut, wo sie dem Absorptionskoeffizienten entsprechend im Verhältnis von 0,3 absorbiert wird und durch ihre intensive α-Strahlung und ihren radioaktiven Niederschlag die Ionisation und Aktivität des Blutes erhöht. Die strahlende Materie verteilt sich auf den gesamten Organismus, wird aber zum größten Teil wieder ausgeschieden, da pro Stunde nur etwa 1% der Emanation zerfällt (10) und der davon stammende radioaktive Niederschlag kurzlebig und gering ist. Nur diejenigen Zerfallsstoffe, die eine Verwandtschaft zu anderen Elementen des Körpers besitzen, werden im Körper längere Zeit festgehalten. So hat Ra A infolge seiner Verwandtschaft zum Kalzium eine Affinität zum Knochenmark, Ra B schlägt sich wie das ihm verwandte Blei im Skelettsystem nieder und Ra C bleibt wie das Eisen im Blut gelöst. (11)

Die Ionisierung des Blutes, der Gewebe, der Körperhöhlen und der Haut ist als das wirksame Prinzip der in den Radiumbädern angewandten Therapie bei Neuralgien, Neurosen verschiedener Genese, bei chronischen Formen der Arthritiden und Arthrosen, bei chronischer Neuritis, Ischialgien, Gicht, sowie bei Zuständen allgemein gesteigerter Erregbarkeit anzusehen. Daß die Aufnahme von Radiumemanation in an sich schwachen Dosierungen biologische Effekte zu erzielen vermag, beweist neben der langen Erfahrung der Radiumbäder noch der Umstand, daß man nicht selten, wie Happel (12) berichtet, sogar in 75% aller Fälle bei Verabreichung von geringen Dosen Emanation lebhafte Allgemein- und Lokalreaktionen bei echter chronischer oder subakuter harnsaurer Gicht, sowie bei Neurosen beobachten kann. Auch Gudzent (13) berichtet über klinische Erfolge mit kleinen Emanationsdosen

(3—5 ME) bei chronischem Gelenkrheumatismus. Es kommt durch das Eindringen der α-Strahlen in das Blut und die Krankheitsherde zu einer „Umstimmung" im Krankheitsgebiet und damit zur Hyperämie und Entzündung. Auf diese oft beobachtete Reaktion folgt ein Abklingen der Krankheitssymptome, subjektive und objektive Besserung und Nachlassen der Schmerzen. Durch vorsichtiges Einschleichen mit geringen Dosen lassen sich bei solchen hypersensiblen Patienten unangenehme Nebenerscheinungen vermeiden. Man beginnt mit kleinen Dosierungen, beobachtet die Reaktionsfähigkeit des erkrankten Organs und des Organismus und geht dann langsam und in schonender Weise unter Berücksichtigung der Psyche des Patienten vor.

Begreiflicherweise werden bei frischen Gelenkerkrankungen bessere Erfolge erzielt als bei veralteten, bei denen bereits schon schwere destruktive Veränderungen vorliegen. Aber auch bei solchen fortgeschrittenen Prozessen lassen sich bei individueller Dosierung noch überraschende Besserungen und Teilerfolge ermöglichen. Bei der ungeheueren Verbreitung der Gelenkerkrankungen sollte deshalb im Interesse der Volksgesundheit ein frühzeitiger Versuch mit einer Radiumemanationskur in Erwägung gezogen werden. Ein weiteres Indikationsgebiet für die Anwendung von Schwachreizen bildet die „Umstimmung" fast aller Faktoren des Stoffwechsels. Hierher gehören die Mobilisierung der Harnsäure, wie nicht nur durch Beobachtung am Menschen (14, 15), sondern auch im Tierexperiment bewiesen wurde. Auch die Erfolge, die bei der gonorrhoischen Arthritis, der chronischen Wirbelsäulenversteifung, sowie bei refraktären, subakuten und chronischen Gelenk-, Muskel- und Nervenentzündungen erzielt wurden, gehören zu dieser Art „Umstimmungen". Ueber Steigerung des Grundumsatzes, Anregung der Keimdrüsentätigkeit sowie Beeinflussung der Hypertonie konnte Gudzent (16) Beobachtungen machen. Weiter hat Engelmann (17) gute Erfolge bei manchen chronischen hartnäckigen Hautaffektionen wie Psoriasis und ichthyosisartigen Erkrankungenn, ferner bei Affektionen der weiblichen Beckenorgane mit Entzündungserscheinungen und Funktionsstörungen bekannt gegeben. Auf dem Gebiete der Gynäkologie liegen noch weitere Beobachtungen vor. So berichtet Guthmann (18) über auffallend gute Rückbildungen von Uteruscarcinomen, wenn nach der Röntgenbehandlung eine Strahlenzusatzdosis in Form einer intensiven Emanationsbehandlung gegeben wurde. Auch Martius (19) und Lachmann (20) geben weitere Heilwirkungen bei chronischen Unterleibsentzündungen, Adnexschwellun-

gen und Erkrankungen des Uterus, besonders auch bei rheumatischen Beschwerden in den Wechseljahren und bei gewissen Formen der Sterilität an. Auf experimentellem Gebiet konnten Fellner und Neumann (21) histologische Veränderungen an den Ovarien feststellen.

Als Kontraindikationen gelten nach Engelmann (22) Nierenaffektionen, Neigung zu Aborten und Blutungen aller Art. Im Zweifelsfalle empfiehlt sich tastendes Vorgehen.

Stoklasa (23) bezeichnet die stimulierenden Effekte der radioaktiven Strahlung als einen direkten Eingriff in den Mechanismus des Stoffwechsels, aus dem eine Umwandlung des kolloidalen Zustandes physiologisch aktiver Gruppen, speziell auch eine Veränderung der chemischen Aktivität von Katalysatoren hervorgeht.

Es lassen sich aus diesen Beobachtungen die mannigfachen Heilerfolge bei der Behandlung mit Schwacheffekten, wie sie bei der Emanationstherapie im Gegensatz zum Radium vorliegen, neben der spezifischen Affinität zu besonderen Geweben durch allgemeine Tonisierung und Stimulation, durch Anregung des Zellstoffwechsels, durch Aktivierung der fermentativen Prozesse (24), durch Erhöhung von Abwehrreaktionen des Organismus gegen bakterielle Infektionen und durch Reizwirkung beim Freiwerden von Zerfallsstoffen erklären, wenn auch noch nicht alle Vorgänge restlos geklärt sind.

Auf eine spezielle Art der Emanationsforschung sei noch hingewiesen, bei der die Einwirkung radioaktiver Stoffe auf Bakterien untersucht wurde. Diese Arbeiten bewiesen eine starke bakterizide Wirkung der Radiumemanation infolge ihres großen Gehaltes an α- und auch β-Strahlen. So ging aus den Versuchen von Dorn, Valentiner und Baumann (25) hervor, daß selbst bei kurzer Einwirkung (3 mal je 10 Minuten) von Emanation in löslicher Form Oberflächenkulturen von Typhusbazillen am Wachstum gehindert werden. Dasselbe Resultat zeigte sich bei Analogieversuchen an Diphtheriebazillen, Choleravibrionen und Mäusetyphusbazillen. Auch Halberstädter (26) betont die starke bakterizide Wirkung des Thorium X, das bekanntlich ein starker α-Strahler ist. Er fand bei Versuchen mit Prodigiosuskeimen alle Uebergänge von geringer Hemmung bis zur völligen Abtötung. Natürliches und künstlich bereitetes Emanationswasser kann ebenso eine bakterientötende Wirkung entfalten, wie Versuche von Kahlmann und Reinhold (27) ergaben. Verhältnismäßig resistent scheint der Tuberkelbazillus zu sein. Die bei diesen Versuchen angewandten Emanationsmengen waren sehr massiv und mußten auch unmittelbar mit den Kulturen in Berührung

gebracht werden. Ob die bakterizide Wirkung der α- und β-Strahlung für die Behandlung von Infektionskrankheiten brauchbar ist, müssen klinische Beobachtungen am Patienten ergeben.

A) Bade- und Trinkkur.

Ueber die Bevorzugung der einen oder anderen Anwendungsform ist viel geschrieben worden; die besten Resultate in der Emanationstherapie werden in der kombinierten Anwendung von Bade-, Trink- uund Inhalationskuren liegen.

Nachdem von Janitzky (28) bewiesen wurde, daß auch während eines Bades Emanation durch die Haut in das Blut eindringt und dort nachgewiesen werden kann, sind die früher mit Unrecht etwas vernachlässigten Bäder wieder zu Ehren gekommen.

Die von der Deutschen Gesellschaft für Bäder- und Klimaheilkunde herausgegebenen Bestimmungen verlangen als Mindestaktivitäten 8 ME für die Inhalation, 80 ME für Bäder, 800 ME für eine Trinkkur (analog. = 3,30,300 Millimikrocurie).

Bei Bädern wird der Badeeffekt neben der oben geschilderten Strahlungswirkung der Emanation im Organismus selbst noch in den thermischen Reizen, der Tonisierung, der Druckverminderung auf den Körper, sowie in der Ausstrahlung des auf der Haut festgesetzten radioaktiven Niederschlages (bei einigen Bädern auch der Radiumsalze) zu suchen sein. Sofern für Bäder ein nicht genügend hochemaniertes Quellwasser zur Verfügung steht, läßt sich die Radioaktivität durch sogenannte Aktivatoren auf das Vielfache steigern. Eine gelungene Kombination von Bade- und Inhalationsanwendung stellt die Konstruktion nach Best (29) dar, die durch einen Aufsatz auf die Wanne das aus dem Badewasser entweichende Gas zur Einatmuung durch den Badenden bringt. Die Dauer eines solchen Bades sei bei guter Verträglichkeit eine möglichst lange, um den Aufenthalt der Emanation im Blute entsprechend zu verlängern.

Ueber die Inhalationsanwendung wird unten noch eingehender die Rede sein.

Daß durch eine Trinkkur beträchtliche Mengen Emanation in den Organismus gelangen, ist bereits eine feststehende Tatsache. Um auch hier die Resorptionsdauer der Emanation zu verzögern und eine möglichst lange Ionisierung zu erreichen, läßt man das aktive Wasser nach den Mahlzeiten trinken, wie auch die von Lazarus (30) angegebene „Nippkur" in viertelstündigem Trinken nach den Mahlzeiten in kleinen Portionen besteht.

Die Ausscheidung der Emanation erfolgt so rasch, daß die früher in der Trinkmethode sehr vorsichtig angewandte Dosierung heute verlassen worden ist und größere Mengen, wie 1000 / 5000 / 10 000 / 50 000 ME und mehr gebraucht werden. Dosierungen von einigen 100 000 bis zu 1 000 000 ME sind jedoch sicherlich für den Organismus nicht gleichgültig. In der Bädertherapie wird man ein Bad von 80 bis 170 ME (30 bis 62 Millimikrocurie je Liter) als schwaches Bad, als starkes Bad ein solches von etwa 400 bis 700 ME (146 bis 255 Millimikrocurie) bezeichnen.

Diese Behandlungsformen lassen sich ergänzen durch Spülungen, um in der Mundhöhle, in der Vagina, im Magendarmkanal eine Resorption durch die verschiedenen Schleimhäute zu bewirken und durch Umschläge aller Art, wobei man sich das große Löslichkeitsvermögen der Emanation in Fetten, wie Olivenöl, Vaseline u. a. zu nutze machen kann.

B) Die Inhalationstherapie.

Da der Organismus bei der Bade- und Trinkkur infolge der hohen Flüchtigkeit der Emanation sehr große Verluste durch Ausatmung erfährt, hat man in den Radiumbädern die obigen Anwendungsformen mit der Inhalation kombiniert. Während bei der oralen Zufuhr der Emanation am nachhaltigsten auf Blut, Lunge und Leber eingewirkt wird, kann man bei der Inhalationskur den Körper gleichmäßig der Emanationswirkung aussetzen, da das radioaktive Gas aus dem kleinen Kreislauf unmittelbar in den Körperkreislauf und dann in die Peripherie gelangt und in den Muskeln, Nerven und Gelenken zur Wirkung kommen kann. Der Verlust durch die Exspiration fällt naturgemäß bei der Inhalation fort. So wird die Emanation in einem Emanatorium, das heißt, in einem emanationshaltigen Milieu am vorteilhaftigsten ausgenutzt und kann ohne Verlust auf den Körper einwirken. Trotz der teils bestehenden technischen Schwierigkeiten muß die Forderung nach genügender Frischluftzufuhr und Entfernung der überschüssigen ausgeatmeten Kohlensäure in den zur Inhalation benutzten Räumen schon als hygienische Maßnahme erhoben werden.

Die Frage der Beschickung dieser Inhalatorien mit Radiumemanation ist in den verschiedenen Bädern auf verschiedene Weise gelöst worden. In Bad Kreuznach z. B. wird die Emanation aus einem alten, ca. 300 m in den Porphyr getriebenen Stollen aus den Felsspalten in das vor dem Stollenausgang gelegene Emanatorium abgepumpt. Andere Bäder, wie

Münster am Stein z. B. fangen die Quellgase auf und leiten sie nach Entfernung der Kohlensäure gesammelt in die Inhalationsräume ein. In Badeorten, denen keine genügend starke Emanationsquellen natürlicher Herkunft zur Verfügung stehen, wird man auf Zerstäubung von künstlich aktivierten Wässern zurückgreifen, oder sich die Emanation durch Leitung eines Luftstromes über trocken emanierende Radiumpräparate herstellen müssen, die in neuester Zeit derartig verbessert wurden, daß sie im lufttrockenen Zustande 96 bis 100% Emanation freiwillig entweichen lassen. (31). Falls der Emanationsgehalt dieser Inhalatorien den Vorschriften der neuen Richtlinien (8 ME Mindestaktivität) entspricht, lassen sich naturgemäß auch dort gute Wirkungen und Heilerfolge erzielen, denn auch bei diesen, an sich schwachen Dosen gelangen noch genügende Mengen Emanation in den Organismus, wenn man bedenkt, daß in der üblichen Inhalationsdauer von 60 Minuten bei durchschnittlich 12 Atemzügen in der Minute (bei ruhigem Sitzen) und 500 ccm Volumen der Respirationsluft eine Menge von 360 l Luft durch die Lungen ventiliert wird. Beträgt die Konzentration im Luftliter z. B. nur 8 ME, so gelangt in den Organismus eine Gesamtmenge von fast 3000 ME (ca. 1100 Millimikrocurie). Bei einer Konzentration von 25 bis 30 ME, die Engelmann (32) als Wirkungsoptimum bezeichnet, würde der Patient 8000 bis 11 000 ME (2900 bis 4000 Millimikrocurie) in sich aufnehmen, eine Menge, mit der bei der zusätzlich gedachten Inhalationskur therapeutisch gerechnet werden darf. Bei geeigneten ausgesuchten Fällen kann man mit der Konzentration sicher noch erheblich höher gehen.

C) Eigene Versuche.

Im Rahmen meiner Untersuchungen über die biologischen Wirkungen der Radium-Emanation prüfte ich deren Einfluß auf den Hämoglobingehalt (Hb), die Körpertemperatur und die Eiweißausscheidung im Urin bei Kindern. Auf Verwendung des leitenden Arztes des Viktoriastiftes in Bad Kreuznach, Herrn Dr. Simsa, dem ich auch an dieser Stelle meinen besonderen Dank aussprechen möchte, wurden mir die zu den Versuchen notwendigen Kinder zur Verfügung gestellt.

Bei den Versuchen über Hb-Veränderungen sollte ermittelt werden, ob bei den Kindern, die Radium-Emanation einatmeten, eine nennenswerte Hb-Vermehrung gegenüber den Kindern auftreten würde, die nur Kreuznacher Mutterlauge inhalieren oder solchen, die keinerlei Behandlung ausgesetzt werden. Da es sich nicht um gesunde, sondern um erholungsbedürftige

Kinder handelte, die teils wegen lymphatischer Diathese und Blutarmut, teils wegen allgemeiner Körperschwäche und Uebererregbarkeit nach Bad Kreuznach zur Kur geschickt wurden, war zu erwarten, daß naturgemäß diese schwächlichen Stadtkinder bei der Ausschaltung der bisherigen Schädlichkeiten und der Herauslösung aus der häuslichen Umgebung auf die bessere Ernährung, die Ruhe, die Einwirkung des gesunden Klimas und die ausgiebige Freiluftbehandlung mit einer günstigen Beeinflussung des Gesamtorganismus, damit auch mit einer Hämoglobinsteigerung reagieren würden. Um Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, wurden die 26 Kinder, an denen ich die Hb-Bestimmungen ausführte, genau den gleichen Lebensbedingungen unterworfen, sie erhielten auch für die Dauer der Untersuchungen keine Solbäder.

Die erste Versuchsreihe bildeten 9 sechs Wochen lang mit einer Emanationskur behandelte Kinder. Die Dauer der täglichen Sitzung betrug eine Stunde und die radioaktive Konzentration im Luftliter 4—6 M. E. In der zweiten Versuchsanordnung, die bezüglich der Dauer der Untersuchungen und Sitzungen die gleiche war, atmeten 10 Kinder in einem geschlossenen Raum zwei l Kreuznacher Mutterlauge ein, die hundertfach konzentrierte Sole darstellt und in einem rotierenden Düsenapparat zerstäubt wurde. 7 weitere Kinder erhielten zur Kontrolle keine Inhalationsbehandlung. Die Hb-Untersuchungen wurden nach Sahli korr. vorgenommen.

Wie die Tabelle 1 bis 3 sowie die Kurvendarstellung ergeben, weist die erste Gruppe der Kinder, die Emanation einatmeten, eine Steigerung von 8,7 Hb%, d. h. eine absolute Zunahme von 9,7% auf. Im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsreihen, die eine Zunahme von 5,0 Hb% bezw. 5,6% absolutem Wert und 5,8 Hb% bezw. 6,5% absolutem Wert zeigen, läßt sich bezüglich der Hb-Steigerungen eine leichte Ueberlegenheit der Emanation feststellen. Wie weit diese Vermehrung auf der besonderen Eigenschaft der Emanation, die Erythropoese anzuregen, oder auf den oben erwähnten Umweltsänderungen beruht, muß dahingestellt bleiben.

Die weiteren Versuche dienten der Feststellung einer etwaigen Beeinflußbarkeit der Körpertemperatur und der Eiweißausscheidung im Urin durch kurzfristige Einatmung größerer Emanationsdosen. Leider war es aus verschiedenen technischen Ursachen nicht möglich gewesen, die Radioaktivität höher als 28—32 ME zu steigern, außerdem die Kinder mehr als einmal dieser Inhalation auszusetzen. Um immer die gleiche radioaktive Konzentration zu erhalten, stellte ich in einer

Badekabine Kannen mit stark emanationshaltigem Wasser auf, aus dem die Emanation mittels Druckluft ausgetrieben wurde. Zur Untersuchung gelangten 61 durchschnittlich 10—11 Jahre alte Kinder, die, um eine Temperaturerhöhung durch die Verdauungsvorgänge auszuschließen, eine Stunde nach dem Essen eine einstündige Schlafpause einhalten mußten. Anschließend wurde der Ausgangswert der Körpertemperatur und der Eiweißausscheidung im Urin bestimmt. Zur Versuchsstätte hatten die Kinder einen Weg von 500 m unter Aufsicht einer Schwester zurückzulegen. Die Verschiebungen der Körpertemperatur sind in Tabelle 4 niedergelegt, die Unterschiede von — 0,3 bis + 1,4 Grad angibt. Bekanntlich messen Kinder im Mittel 37 Grad und bei der größeren Abhängigkeit von inneren und äußeren Faktoren wie Nahrung, Außentemperatur und Bewegung sind die Temperaturschwankungen in 24 Stunden größer als beim Erwachsenen. Aus diesem Grunde lassen sich die angegebenen Temperaturveränderungen nicht eindeutig auf die Wirkung der Emanation zurückführen. Von diesen 61 Kindern, die vor der Einatmung keinen positiven Eiweißbefund aufgewiesen hatten, zeigten 8, d. h. 13,1% nach der Inhalation Spuren von Eiweiß im Urin. Auch dieser Befund läßt keinen eindeutigen Schluß auf eine Abhängigkeit der Eiweißausscheidung von der Höhe der radioaktiven Konzentration zu, da man nach Eckstein (33) jenseits des Kleinkinderalters und bis zum Abschluß der Pubertät nicht selten Kinder findet, die ohne jeden pathologischen Nierenbefund Eiweiß im Urin aufweisen. Diese Eiweißausscheidung, die man als orthotische Albuminurie bezeichnet, ist bis zu einem gewissen Grade von der Körperhaltung abhängig. Am stärksten eiweißhaltig ist der Harn in den Morgenstunden, um allmählich im Verlaufe des Tages abzunehmen. Wird eine Ruhezeit eingeschoben, so steigt nach dem Aufstehen der Eiweißgehalt neuerdings an. Damit ließe sich der negative Urinbefund bei der einstündigen Bettruhe und das Auftreten von geringen Spuren Eiweiß nach der Inhalation in Zusammenhang bringen. Die Dauer der Inhalation erscheint jedoch zu kurz und die Höhe der radioaktiven Konzentration zu gering, um eine Beeinflussung der Temperatur sowie der Eiweißausscheidung feststellen zu können.

Lassen sich von der Inhalationsmethode allein infolge der kurzen Ausscheidungszeit der Radiumemanation selbst bei Gebrauch durch einige Wochen hindurch keine oder nur eine geringfügige Steigerung des Hämoglobingehaltes erwarten, so wird sich bei einer langdauernden und vor allem mit starken Dosen arbeitenden Kombinationsbehandlung mit Bäder- und

Trinkkur eine günstige Beeinflussung erzielen lassen, wie Arbeiten über die Wirkung radioaktiver Substanzen auf Erythrocyten beweisen konnten. (34) Da die in den Inhalatorien zur Verfügung stehende Konzentration in den meisten Fällen eine beschränkte sein wird, und der möglichst lange Aufenthalt (2 bis 3 Stunden) in den Inhalatorien an dem Widerstand der Patienten scheitern wird, muß die Inhalationskur als wirksame Ergänzung der Bade- und Trinkkur als eine Art Zusatzdosierung angesehen werden.

D) Tabellen und Abbildung.

Tabelle 1

Hämoglobin-Veränderung bei Inhalation von **Radium-Emanation**

Nr.	Geschl.	Alter	Tage seit Beginn des Versuches 0	12	28	42	Zunahme Hb%
1	w.	10	77	81	84	85	8%
2	w.	9	78	78	87	87	9%
3	m.	8	82	82	85	86	4%
4	m.	7	78	86	93	93	15%
5	m.	7	82	84	84	85	3%
6	m.	12	85	92	96	96	11%
7	m.	13	81	84	86	88	7%
8	w.	10	80	87	91	91	11%
9	m.	14	86	92	96	96	10%
			81%	85,1%	89,1%	89,7%	8,7%

Tabelle 2

Hämoglobin-Veränderung bei Inhalation von **Kreuznacher Mutterlauge**

Nr.	Geschl.	Alter	Tage seit Beginn des Versuches 0	12	28	42	Zu- bzw. Abnahme Hb%
1	w.	10	88	91	98	98	+ 10%
2	m.	9	86	89	93	94	+ 8%
3	m.	9	82	84	85	87	+ 5%
4	w.	7	83	85	86	86	+ 3%
5	m.	10	81	84	84	86	+ 5%
6	m.	14	89	91	91	92	+ 3%
7	w.	14	91	92	86	88	— 3%
8	m.	11	80	87	87	89	+ 9%
9	w.	13	84	85	85	87	+ 3%
10	m.	12	87	93	93	94	+ 7%
			85,1%	88,1%	88,8%	90,1%	+ 5%

Tabelle 3

Hämoglobin-Veränderung bei Kontroll-Kindern.

Nr.	Geschl.	Alter	Tage seit Beginn des Versuches 0	12	28	42	Zu- bzw. Abnahme Hb %
1	w.	8	82	84	85	86	+ 4%
2	w.	8	85	85	82	83	— 2%
3	w.	9	80	90	90	89	+ 9%
4	m.	8	79	81	85	87	+ 8%
5	m.	9	80	82	83	85	+ 5%
6	m.	14	90	96	97	96	+ 6%
7	m.	14	88	95	99	99	+ 11%
			83,4%	87,5%	88,7%	89,2%	+ 5,8%

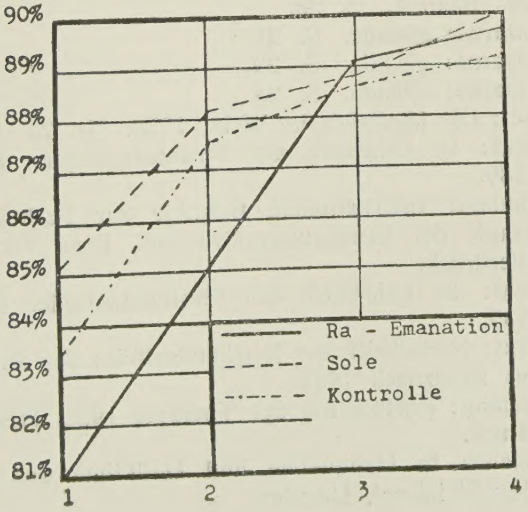
Die unterste Reihe unter den Tabellen gibt die durchschnittliche Hämoglobinzunahme an.

Tabelle 4

Temperaturveränderungen nach einstündiger Inhalation von **Radium-Emanation (28—32 ME)**

Temp.	Versuchsperson	%
+ 1,4	1	1,8
0,8	2	3,2
0,7	6	9,8
0,6	7	11,4
0,5	4	6,5
0,4	7	11,4
0,3	10	16,3
0,2	10	16,3
0,1	7	11,4
0	4	6,5
— 0,1	1	1,8
0,2	1	1,8
0,3	1	1,8

Abbildung



Schriftennachweis.

1. P. Lazarus: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde. Band 1, S. 20.
2. O. Hahn: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde, 1928. Band 1, S. 150—152.
3. O. Hahn: ebenda. S. 157.
4. A. Aschoff: Die Radioaktivität der deutschen Heilquellen und ihr Anteil an deren therapeutischer Wirkung. 1925. S. 19.
5. A. Janitzky: Der Balneologe. 1935. Heft 3.
6. St. Meyer: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde. 1928. Band 1. S. 167.
   H. Geiger und Scheel: Handbuch der Physik. Band 22. 1926.
   E. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. 2a. 1926.
   St. Meyer und E. Schweidler: Radioaktivität. 1927.
7. Regaud und Lacassagne: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde. 1928. Band 1. 301.
8. P. Lazarus: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde. 1928. Band 1. S. 20.
9. P. Lazarus: ebenda. S. 21.
10. P. Lazarus: ebenda. S. 22.
11. P. Lazarus: ebenda. S. 23.
12. Happel: Die Medizinische Welt. 1936. Nr. 23. S. 833.
13. Gudzent: In Lehrbuch der Strahlentherapie. Band III. S. 589.
14. Engelmann: Internationale Beiträge zur Pathologie und Therapie der Ernährungsstörungen. Band III, Heft 2, Sonderdruck.
15. Gudzent: In Lehrbuch der Strahlentherapie. Band III, S. 535.
16. Gudzent: Festschrift zur Jahrhundertfeier des Sol-Radiumbades Kreuznach 1934.
17. Engelmann: Fortschritte der Therapie 1931, Heft 9, Sonderdruck.
18. Guthmann: In Heilquellen und Heilklima von Lampert, Verlag Steinkopf, Dresden.

19. Martius: Festschrift der Jahrhundertfeier des Sol-Radiumbades Kreuznach 1934.
20. Lachmann: Veröffentlichungen der Zentralstelle f. Bal. Band 2.
21. Fellner und Neumann: Zeitschrift für Röntgenkunde. 1912. Nr. 11.
22. Engelmann: Bäderalmanach 1930, Sonderdruck.
23. J. Stoklasa: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde, 1928, Band 1, S. 550.
24. J. Stoklasa: ebenda. S. 563.
25. Dorn, Valentiner und Baumann: Zeitschrift für Hygiene. 1905.
26. L. Halberstaedter: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde, 1928. Band 1. S. 494.
27. Reinhold: Berliner klinische Wochenschrift 1906.
Kahlmann: Wiener klinische Wochenschrift 1905.
28. Janitzky: Der Balneologe, 1935, Heft 3.
29. Happel und Heller: Der Balneologe 1936, Heft 3.
30. P. Lazarus: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde, 1928, Band 1, S. 21.
31. O. Hahn: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde. 1928, Band 1, S. 160.
32. Engelmann: Bäderalmanach 1930, Sonderdruck.
33. Eckstein: Lehrbuch der Kinderheilkunde, Deckwitz.
34. Brill und Zehner: Berliner klinische Wochenschrift, 1912, Nr. 49.

Lebenslauf.

Am 31. August 1910 wurde ich als Sohn des Ingenieurs Oskar Winkelströter und dessen Ehefrau Antonia, geb. Nelböck, zu Reichraming (Oesterreich) geboren. In Linz a. d. Donau und später in Schwerte-Ruhr besuchte ich die Volksschule, sowie die Sexta des Realgymnasiums. Ab Quinta besuchte ich das Realgymnasium in Mühlheim-Ruhr und legte Ostern 1931 in Essen-Altenessen meine Reifeprüfung ab. Mit Ausnahme der ersten zwei Halbjahre, die ich in Innsbruck studierte, verbrachte ich die übrigen vorklinischen drei Halbjahre in Münster. Mein klinisches Studium begann ich in Innsbruck, um es vom achten Halbjahre ab in Marburg zu beenden. Die ärztliche Prüfung habe ich am 13. Dezember 1937 bestanden.

Meine vorklinischen Lehrer waren:

In Innsbruck: Henze, Lerch, Meixner, Schuhmacher, Sieglbauer, Sperlich.

In Münster: Benecke, Heiderich, Rosemann, Schenck, Schmidt, Ubisch, Weber.

Meine klinischen Lehrer waren:

In Innsbruck: Bayer, Breitner, Just, Kumer, Lang, Niederwieser, Rittmann, Steyrer, Zacherl.

In Marburg: Baumann, Baur †, Becher, Boeminghaus, Grüter, Kehrer, Kestermann, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Neumann, Pfannenstiel, Schrader, Uffenorde, Versé.

Zum Schluß meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. W. Pfannenstiel für die Ueberlassung des Themas meinen Dank auszusprechen. Ferner danke ich der Kurverwaltung Bad Kreuznach für ihr Entgegenkommen sowie den Herren Sanitätsrat Dr. Vollmer, Dr. Simsa, Dr. Behrens, Dr. Engelmann, Bad Kreuznach für ihre freundliche Unterstützung.